ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 AOUT 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Spectres ultra-violets de la couche renversante pendant l'éclipse totale du* 28 *mai* 1900. Note de M. H. **Deslandres.**

La couche renversante est la couche de vapeurs qui repose directement sur la surface même du Soleil et donne naissance à la plupart des raies noires solaires. Au bord solaire extérieur ([1]) elle est observable seulement pendant les éclipses totales, et dans les deux secondes qui suivent le deuxième contact et précèdent le troisième. Young a, le premier, en 1871, reconnu cette couche par son spectre qui est très riche en raies brillantes et est aussi caractérisé par la brièveté de son apparition; même cette brièveté, qui rend l'observation difficile, lui a fait donner le nom de *spectre éclair*.

Or, depuis 1893, Lockyer et ses élèves, Fowler, Baxandall, ont eu l'heureuse idée de remplacer l'œil par la plaque photographique, de beaucoup supérieure, puisqu'elle peut enregistrer simultanément les raies très nombreuses du spectre éclair. Ils ont révélé une anomalie curieuse : si, d'une manière générale, et comme on pouvait s'y attendre, les raies brillantes de la couche renversante correspondent à des raies noires du spectre normal, il y a des différences. Les raies noires de chaque vapeur (on le sait depuis longtemps) sont les raies de l'arc électrique; mais les raies du

---

([1]) A l'intérieur du bord, et dans la partie qui se projette sur le disque même, elle est observable par d'autres méthodes.

spectre éclair sont les raies de l'étincelle, et même celles que Lockyer a appelées *raies renforcées*.

Les observations précédentes ont porté sur la partie du spectre total qui est photographiable avec les spectrographes ordinaires en flint, et qui s'étend de λ6000 à λ3650. Elles ont été complétées par d'autres observateurs, Sord, Frost, Mitchell et, en particulier, par Evershed, qui a reconnu la couche renversante aux pôles solaires, et a prolongé le spectre ultra-violet jusqu'à la longueur d'onde 3350.

Or, pendant l'éclipse de 1900, j'ai cherché : 1° à prolonger le spectre ultra-violet jusqu'à sa limite extrême, voisine de 3000; 2° à obtenir des épreuves du spectre éclair plus nombreuses et plus rapprochées que dans les éclipses précédentes. Dans la première partie de ce travail, j'ai été aidé par M. Millochau, aide-astronome, et dans la seconde par M. Fallot, astronome volontaire.

Les résultats obtenus ont été résumés déjà brièvement, en 1900, dans le rapport d'ensemble de cette éclipse, lequel devait, peu après, être complété par une description plus détaillée. Par suite de circonstances particulières, je présente cette description aujourd'hui seulement, ayant été détourné de ce travail par des occupations plus urgentes.

Prolongation du spectre éclair. — J'ai employé des chambres prismatiques (ou spectrographes à prismes privés de leur collimateur) à un seul prisme, et dont les pièces optiques sont transparentes pour les rayons à reconnaître. Les objectifs dont les longueurs focales sont respectivement $0^m,50$ et 1^m, sont en quartz et spath fluor et achromatiques; les prismes, d'un angle égal à 60°, sont en spath d'Islande et ont leurs arêtes parallèles à l'axe optique du cristal.

Les deux chambres, dont les dispersions sont dans le rapport de 1 à 2, sont fixées à une même table que porte un équatorial ordinaire. Leurs porte-châssis, qui sont à répétition pour permettre le changement rapide des plaques, sont munis d'un obturateur Guerry, et les deux obturateurs sont commandés par une même poire en caoutchouc. A côté, sur la même table, est un spectroscope à vision directe, tourné aussi vers le Soleil. Un peu avant le second contact, l'astronome enlève le collimateur de ce spectroscope et le transforme en chambre prismatique oculaire. Il suit les variations du spectre du croissant solaire, et, lorsque les raies noires se transforment en raies brillantes, il presse la poire en caoutchouc et ouvre l'accès de la lumière aux deux chambres photographiques. Cette disposition simple

assure l'enregistrement facile du spectre éclair. On a obtenu ainsi, avec les deux chambres, les épreuves successives suivantes :

Épreuves n° 1. — Pose 2 secondes, au second contact. Spectre éclair.

Épreuves n° 2. — Pose 15 secondes. Spectres d'une protubérance et de la couronne.

Épreuves n° 3. — Pose 30 secondes. Spectre de la partie supérieure d'une protubérance et spectre de la couronne.

Épreuves n°s 4 et 5. — Instantanées, après le troisième contact. Spectres du croissant solaire.

Les poses, pour les épreuves n° 1, ont été portées à 2 secondes, à cause de l'absorption très forte que subissent dans notre atmosphère les rayons à rechercher; dans le bleu, les poses auraient pu être réduites à une petite fraction de seconde.

Les spectres obtenus s'étendent de $\lambda 5000$ à $\lambda 3000$, ceux de la grande chambre sur une longueur de 11^{cm} et ceux de la petite sur une longueur de $5^{cm},5$; ils donnent la partie ultra-violette extrême, non encore reconnue (de $\lambda 3400$ à $\lambda 3000$), et que je décrirai seule dans ce qui va suivre.

Les épreuves de la grande chambre donnent plus de détails; mais celles de la petite chambre ont été relevées en même temps, comme offrant un contrôle utile. Sur la grande épreuve n° 1, les raies brillantes nettes (de $\lambda 3400$ à $\lambda 3000$) sont au nombre de 157, elles sont accompagnées d'un spectre continu qui les traverse en traînées très minces, dues aux échancrures du bord lunaire. Ce spectre continu, intense, s'étend jusqu'à $\lambda 3000$; mais les raies brillantes nettes ne vont pas si loin; la première un peu intense a la longueur d'onde 3066,4, qui correspond à une raie du titane.

Le spectre éclair nouveau, considéré dans son ensemble, apparaît tout semblable au spectre du titane dans l'étincelle électrique. On sait déjà par les observations de 1898 (Evershed) que les raies du titane sont dans le spectre éclair relativement plus intenses que dans le spectre normal, et que les raies du vanadium, du chrome et du scandium ont la même propriété. Le fer, au contraire, est relativement très diminué dans le spectre éclair.

Les différences se retrouvent aussi dans la région nouvelle, qui, d'ailleurs, contient les raies les plus fortes de l'étincelle ordinaire du titane; les raies correspondantes du vanadium et du chrome sont moins fortes, et celles du fer très faibles. La prédominance du titane s'explique aisément.

On retrouve dans le spectre éclair et dans le spectre du titane (étincelle) les mêmes groupes caractéristiques, à savoir : un groupe de cinq raies

(3380,0, 3372,9, 3361,3, 3349,2, 3341,5); un groupe de quatre raies plus caractéristique encore (3242,1, 3239,2, 3236,7, 3234,6); un groupe de cinq raies (3088,1, 3078,7, 3075,3, 3073,0, 3066,4). Un quatrième groupe, intermédiaire entre les deux précédents, fait exception; ses quatre raies (3132,2, 3125,1, 3120,5, 3118,8) se rapportent plutôt au chrome, les deux dernières étant aussi très voisines de raies du titane et du vanadium.

En fait, toutes les raies du titane et du vanadium un peu intenses dans l'étincelle se retrouvent dans le spectre éclair avec les mêmes intensités relatives; de même aussi les raies fortes du chrome, de l'ytterbium et du scandium [1]. Les différences avec les raies noires du spectre normal sont donc aussi celles qui ont été signalées précédemment pour d'autres régions du spectre. Il y a là une anomalie fort curieuse, qui n'est pas encore expliquée, bien que plusieurs hypothèses aient été présentées. Je suis porté à croire que l'anomalie est liée au phénomène de l'électricité atmosphérique solaire qui est, comme on sait, comparable à l'électricité atmosphérique terrestre, et serait plus intense dans les parties élevées des vapeurs; de plus le pouvoir absorbant des vapeurs doit varier, par rapport à leur pouvoir émissif, avec le mode d'excitation électrique. En réalité la question reste toujours fort obscure et appelle de nouvelles recherches.

Le cadre de cette Note ne permet pas de publier le Tableau complet des raies nouvelles; je donne ici seulement un extrait qui comprend deux groupes caractéristiques sur quatre. Le Tableau entier sera publié ultérieurement avec grands détails par M. Millochau.

Spectre éclair.		Raies solaires voisines.		Raies de l'étincelle.	
Intensité.	Longueur d'onde.	Intensité.	λ Rowland.	Intensité.	Longueur d'onde.
4	3066,4	2	3066,33 Ti	6	3066,40 Ti Exner
		1	3066,47 Ti		
		2	3066,60 Ti		
1	3071,4	1	3071,36 Ti	2	3071,37 Ti
3	3072,2	3	3072,22 Ti	5	3072,17 Ti
5	3073,0	3	3073,09 Ti	5	3073,03 Ti
5	3075,3	2	3075,34 Ti	6	3075,30 Ti
6	3078,7	8	3078,77 Ti	8	3078,7 Ti

(1) Toutes les raies de l'hélium même faibles sont représentées aussi dans le spectre éclair. Or ces raies manquent dans le spectre normal. C'est pour l'hélium que les différences déjà signalées, entre le spectre éclair et le spectre normal, sont les plus grandes.

Spectre éclair.		Raies solaires voisines.		Raies de l'étincelle.	
Intensité.	Longueur d'onde.	Intensité.	λ Rowland.	Intensité.	Longueur d'onde.
7	3087,85	7	3088,14 Ti	15	3088,09 Ti
0,5	3089,3	1	3089,50 Ti	5	3089,49 Ti
0,5	3091,1	4	3091,17 Mg?	»	»
2	3092,7	»	»	»	»
0,5	3094,1	1	3094,31	6	3094,33 V
		1	3094,40		
2	3096,8	5	3097,00 Mg?	»	»
3	3102,2	3	3102,4 V	6	3102,39 V
1	3103,6	2	3103,88 Co.Fe	»	»
2	3105,00	2	3105,2 Ti	4	3105,2
4	3106,2	3	3106,34 Ti	5	3106,36 Ti
0,5	3107,8	»	»	»	»
5	3110,65	5	3110,81 Ti.V	6	3110,82 V
1	3112,2	2	3112,18 Ti.Fe	»	»
8	3118,4	1	3118,25 Ti	6	3117,80 Ti
		3	3118,50 V	6	3118,51 V
				10	3118,78 Cr
7	3120,3	4	3120,27 V	6	3119,92 Ti
		3	3120,48 Cr	4	3120,36 V
				10	3120,50 Cr
9	3124,9	4	3125,11 Cr	10	3125,12 Cr
3	3128,7	2	3128,82 Cr	6	3128,82 Cr
1	3130,3	3	3130,38 V	6	3130,40 V
2	3130,9	3	3130,91 Ti	5	3130,91 Ti
10	3131,9	4	3132,17 Cr	10	3132,2 Cr
1	3135,4	2	3135,05 V	6	3135,08 V
5	3136,7	2	3136,62 V	6	3136,64 V
		3	3136,82 Cr	7	3136,81 Cr
1	3139,0	»	»	»	»
4	3143,8	4	3143,88 Ti	6	3143,88 Ti
5	3147,3	3	3147,35 Cr	7	3147,33 Cr
		2	3147,38 Ti.Fe		
5	3148,2	2	3148,15 Ti	6	3148,13 Ti
		1	3148,28 Mu		

Les épreuves 2 et 3, d'autre part, donnent le spectre de protubérances qui sont séparées par la Lune de la couche renversante et sont représentées par de petits points; le spectre, moins riche que le précédent, est formé en grande partie par les raies du titane.

Les même épreuves donnent aussi les raies de la couronne qui se

distinguent par des cercles lumineux. Les longueurs d'onde, relevées pour les raies les plus nettes, sont : 3329,6, 3388,0 et 3447,7; la dernière correspondant à la raie la plus forte.

Application du chronophotographe à l'étude du spectre éclair. — J'ai organisé aussi une troisième chambre prismatique, très lumineuse, avec quatre prismes de 60° en crown au zinc, une chambre de $0^{m},75$ et un chronophotographe (prêté aimablement par M. Marey), afin d'obtenir aux deuxième et troisième contacts des épreuves très rapprochées du spectre éclair. La région photographiée s'étendait de λ 3770 à λ 3570, la pellicule du chronophotographe ayant seulement 3^{cm} de large.

L'appareil a été organisé au dernier moment, le chronophotographe ayant été apporté par M. Fallot quatre jours avant l'éclipse; il a été monté sur un équatorial en bois, de fortune, assez peu stable.

Pendant l'éclipse, le chronophotographe a été mis en marche autour des deux contacts avec une vitesse qui permettait de faire six à dix épreuves à la seconde; et, dans l'intervalle des deux contacts, on a fait des épreuves avec poses de plusieurs secondes. L'une de ces dernières a donné la série entière des raies ultra-violettes de l'hydrogène. Mais les épreuves obtenues pendant le mouvement du chronophotographe sont en général confuses ou formées de raies doubles; sur dix spectres qui se suivent, on en compte deux seulement qui sont nets. La rotation de la manivelle et des engrenages avait fait naître des vibrations nuisibles.

Les épreuves du spectre éclair qui sont les plus intéressantes sont encore intenses et riches en détails, malgré la faible durée de la pose. Les plus nettes ont été relevées et ont donné les mêmes résultats à peu près que les épreuves de l'éclipse de 1898, obtenues dans la même région par Evershed. Cette expérience montre seulement la grande intensité du spectre éclair et la possibilité d'enregistrer ses variations [1], qui sont continues pendant sa très courte apparition, d'une manière plus complète qu'on ne l'a fait jusqu'à présent.

---

[1] Pour enregistrer ces variations rapides, il faudrait choisir plutôt le bleu et le violet que l'ultra-violet, à cause de l'absorption atmosphérique.

D'autre part, avec la chambre prismatique, les parties hautes et basses de la couche renversante viennent ensemble sur la plaque. Une disposition meilleure, mais plus difficile dans l'application, consisterait à employer, pour cet enregistrement, un spectrographe à fente circulaire, avec une image solaire de grandes dimensions.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation différentielle du quatrième ordre.* Note de M. **Gaston Darboux**.

Dans l'étude d'une question d'Analyse j'ai rencontré l'équation différentielle du quatrième ordre

$$(1)\qquad \begin{vmatrix} y & y' & y'' \\ y' & y'' & y''' \\ y'' & y''' & y^{\text{IV}} \end{vmatrix} = 1,$$

où $y^{(n)}$ désigne la dérivée $n^{\text{ième}}$ de la fonction inconnue y par rapport à la variable indépendante x. Je me propose de montrer que l'on peut ramener cette équation du quatrième ordre à une autre du premier ordre qui s'intègre à l'aide d'une méthode que j'ai fait connaître autrefois (*Comptes rendus,* mars et avril 1878, et *Bulletin des Sciences mathématiques,* 2ᵉ série, t. II) et qui permet de construire l'intégrale générale à l'aide d'un certain nombre de solutions particulières.

Je remarquerai d'abord qu'en vertu des propriétés les plus élémentaires des déterminants, l'équation proposée peut se mettre sous la forme

$$(yy'' - y'^2)(yy^{\text{IV}} - y''^2) - (yy''' - y'y'')^2 = y.$$

Si donc on pose

$$z = yy'' - y'^2,$$

on aura

$$z' = yy''' - y'y'', \qquad z'' = yy^{\text{IV}} - y''^2$$

et l'équation proposée pourra être remplacée par le système

$$(2)\qquad \begin{cases} yy'' - y'^2 = z, \\ zz'' - z'^2 = y, \end{cases}$$

qui a quelque analogie avec celui auquel satisfont deux des fonctions Al de M. Weierstrass, et qui est parfaitement symétrique en y et z. De là résulte qu'à toute solution y de l'équation (1) on pourra faire correspondre une autre solution z définie par la première des équations (2).

On donne une forme plus simple au système (2) en posant

$$(3)\qquad y = e^u, \qquad z = e^v,$$

ce qui le ramène à la forme

$$(4)\qquad u'' = e^{v-2u}, \qquad v'' = e^{u-2v}.$$

Si l'on multiplie les deux équations respectivement par $v' - 2u'$ et $u' - 2v'$, on aperçoit immédiatement l'intégrale

$$(5)\qquad u'v' - u'^2 - v'^2 = e^{v-2u} + e^{u-2v} + 3\alpha,$$

où α désigne une constante. Remplaçons les exponentielles par les quantités égales u'', v'' et éliminons la fonction v au moyen de la première des équations (4), nous serons conduits à l'équation

$$u^{\text{IV}} + 3u''^2 + 3u'u''' + 3\alpha u'' + 3u'^2 u'' = 0,$$

qui s'intègre immédiatement et donne

$$(6)\qquad u''' + 3u'u'' + u'^3 + 3\alpha u' + \beta = 0,$$

β désignant une nouvelle constante. Or on sait qu'en prenant comme variables indépendantes u' et u'', l'équation précédente se ramène à la suivante

$$(7)\qquad u''\frac{du''}{du'} + 3u'u'' + u'^3 + 3\alpha u' + \beta = 0.$$

La réduction annoncée à une équation du premier ordre est donc effectuée.

Le système (4) étant symétrique en u et en v, il est clair que l'on devra trouver pour v une équation analogue à l'équation (6). Cette équation est la suivante

$$(8)\qquad v''' + 3v'v'' + v'^3 + 3\alpha v' - \beta = 0,$$

comme on le vérifie aisément.

En la laissant de côté, on voit que toute la question est ramenée à l'intégration de l'équation (6) ou de son équivalente (7). Quand u sera connu, v sera donné par la formule

$$(9)\qquad v = 2u + \log u'',$$

déduite de la première des équations (4).

Pour intégrer l'équation (7) nous remarquerons d'abord qu'elle admet trois solutions particulières. Désignons par $f(u)$ le polynome

$$u^3 + 3\alpha u + \beta$$

et soient u_0, u_1, u_2 ses racines dont la somme est nulle, on aura

$$f(u) = (u - u_0)(u - u_1)(u - u_2),$$
$$u_0 + u_1 + u_2 = 0.$$

Cela posé, si l'on peut avoir pour u'' une fonction entière de u' qui vérifie l'équation (7), cette fonction entière doit être, d'après l'équation elle-même, un diviseur de $f(u')$. Cela amène à essayer ces diviseurs, et l'on est ainsi conduit aux trois solutions particulières suivantes :

$$u'' + (u' - u_1)(u' - u_2) = P_0 = 0,$$
$$u'' + (u' - u_2)(u' - u_0) = P_1 = 0,$$
$$u'' + (u' - u_0)(u' - u_1) = P_2 = 0.$$

A l'aide de ces trois solutions particulières on pourra, par la méthode à laquelle j'ai fait allusion au début de cette Note, composer la solution générale qui sera donnée par la formule élégante

$$(10) \qquad P_0^{u_1-u_2} P_1^{u_2-u_0} P_2^{u_0-u_1} = \text{const.}$$

En passant à la limite, le lecteur trouvera aisément ce que deviendrait l'intégrale si deux ou trois des quantités u_0, u_1, u_2 devenaient égales.

En particulier si α et β devenaient nulles, les trois quantités u_i seraient égales et l'intégrale deviendrait

$$(11) \qquad \frac{2u'' + u'^2}{(u'^2 + u'')^2} = \text{const.}$$

Si l'on revient aux notations primitives en substituant à u la variable y, l'intégrale (10) prend la forme

$$(12) \quad \left\{ \begin{aligned} &[y'' + u_2 y' + u_0 u_1 y]^{u_0-u_1} [y'' + u_0 y' + u_1 u_2 y]^{u_1-u_2} \\ &\qquad \times [y' + u_1 y + u_0 u_2]^{u_2-u_0} = \text{const.} \end{aligned} \right.$$

avec l'unique condition

$$u_0 + u_1 + u_2 = 0.$$

CORRESPONDANCE.

M. le **Maire d'Aurillac** informe l'Académie que la municipalité et le conseil municipal ont décidé d'élever un monument à la mémoire d'*Émile Duclaux,* sur une des places de la ville et demande à M. le Président de l'Académie de vouloir bien faire partie du Comité d'honneur constitué à cet effet.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Mission Émile Laurent* (1903-1904); *Énumération des plantes récoltées par M. Émile Laurent, avec la collaboration de M. Marcel Laurent, pendant sa dernière mission au Congo;* par M. E. de Wildeman.

2° *Conflits de préséance et excitations inhibitoires chez les végétaux;* par L. Errera.

ARITHMÉTIQUE. — *Sur les nombres transcendants.* Note de M. **Ed. Maillet**, présentée par M. Jordan.

Parmi les nouveaux résultats que j'ai obtenus dans la théorie des nombres transcendants, je vais indiquer ci-dessous les suivants :

1° Soit un nombre I limite d'une suite de fractions rationnelles $I_n = \frac{P_n}{Q_n}$ satisfaisant à la relation

$$(1) \qquad |I - I_n| = \varepsilon_n Q_n^{-\alpha} \qquad (0 < \varepsilon_n \leq 1),$$

quel que soit le nombre positif α dès que n est assez grand : je dirai que I, qui est transcendant d'après Liouville, est *un nombre transcendant de Liouville.*

Soit un nombre I limite d'une suite de fractions analogues à I_n, où Q_n est entier et P_n un polynome à coefficients entiers formé avec un nombre algébrique; on peut établir que, quand I satisfait à une relation analogue à (1), mais plus compliquée, I est transcendant.

On peut définir des catégories ou des groupes de nombres de Liouville tels que, si l'on soumet les nombres d'un groupe aux quatre opérations fondamentales de l'Arithmétique, on n'obtient que des nombres du groupe ou des nombres rationnels.

I étant un nombre réel de Liouville, I_n est une réduite ([1]) de I; $\frac{p}{q}I_n$ (p, q entiers) est une réduite de $\frac{p}{q}I$; I_n^p est une réduite de I^p. Les nombres de Liouville I sont les seuls à jouir de la propriété suivante pour une double infinité de valeurs de n et p : si I_n est réduite de I, I_n^p est réduite de I^p. Il y a des nombres de Liouville dont aucune réduite n'est une puissance $p^{\text{ième}}$ exacte, quel que soit p. La définition des nombres de Liouville qui sont des carrés, des cubes, ... parfaits en résulte de suite. On obtient une analogie complète des nombres de Liouville avec les nombres rationnels ordinaires ou algébriques. Je n'ai pu encore définir le nombre transcendant entier de Liouville.

Le développement en fraction continue d'un nombre I de Liouville renferme une infinité de quotients incomplets $a_{n+1} > Q_n^{\alpha'}$ (α' analogue à α, $I = a_0 + 1 : a_1 + 1 : \ldots + 1 : a_n + \ldots$, $I_n = a_0 + 1 : a_1 + \ldots + 1 : a_n$, les a_n étant réels). Cette condition est nécessaire et suffisante pour que I soit un nombre de Liouville.

$e^{\frac{1}{q}}$ (q entier $\geqq 1$) n'est pas un nombre de Liouville, pas plus que les fractions continues, quasi-périodiques ou non, à quotients incomplets limités.

2° Si une irrationnelle I donnée par son développement en fraction continue a une infinité de quotients incomplets $> \alpha$, quel que soit α, et si I_n ($n = 1, 2, \ldots$) sont les réduites de I, $\frac{p}{q}I$, où p, q sont entiers quelconques, a une infinité de réduites $= \frac{p}{q}I_n$. Ceci a lieu, par exemple, quand $I = e$.

Si l'irrationnelle I a tous ses quotients incomplets limités et $\leqq a'$, $\frac{p}{q}I$ a tous ses quotients incomplets limités en fonction de p, q, a'.

Je suppose que, dans $I = a_0 + 1 : a_1 + \ldots + 1 : a_n + \ldots$, $a_n = e_k(n^{\rho+\varepsilon_n})$ ([2])

([1]) Chaque fois que je fais intervenir le développement en fraction continue de I, je suppose I réel.

([2]) Je pose

$$d_0(x) = x,\ d_1(x) = d^x,\ d_2(x) = d^{d_1(x)},\ \ldots;\ d_{-1}(x) = \log x,\ d_{-2}(x) = \log\log x,\ \ldots,$$

les logarithmes étant pris dans le système de base d.

(avec k entier positif ou négatif, $\lim \varepsilon_n = 0$ pour $n = \infty$) pour une infinité de valeurs de n, $a_n < e_k(n^{\rho-\varepsilon})$ (avec $\varepsilon > 0$) pour les autres valeurs de n; par définition, I est d'ordre (k, ρ). Ainsi e est d'ordre $(0, 1)$; quand a_n est limité, I est d'ordre $(-\infty, \rho)$ ou $-\infty$. Alors, si k est fini, $\frac{p}{q}$ I, avec p et q entiers, est de même ordre que I.

Tout nombre transcendant réel de Liouville d'ordre suffisamment grand est une fraction *décimale* quasi-périodique (en classant dans ces fractions les fractions quasi-rationnelles). Il y a une infinité de fractions *continues* quasi-périodiques I telles que $\frac{p}{q}$ I et I^p soient aussi des fractions *continues* quasi-périodiques.

3° Incidemment, je mentionne ces résultats :

A. On peut définir des familles de fonctions entières à coefficients rationnels $f_i(x)$ jouissant de ces propriétés :

a. Elles ne prennent pour x rationnel ou algébrique $\neq 0$ que des valeurs transcendantes.

b. Les coefficients rationnels étant positifs, si le produit des substitutions $|x; f_1(x)|$, $|x; f_2(x)|$, ..., $|x; f_k(x)|$ est $|x; \Phi(x)|$, $\Phi(x)$ est transcendant pour x positif > 0. Exemple :

$$f_i(x) = \sum_0^\infty \frac{a_n^{(i)} x^n}{b_k(n)^{\rho n}}, \qquad |a_n^{(i)}| \leqq a \text{ entier fixe; } b, \rho \text{ entiers; } k \geqq 3.$$

B. On peut considérer un nombre transcendant donné comme racine d'une série ou d'une fraction continue algébrique à coefficients rationnels d'une infinité de manières. Ainsi, pour une série, on peut supposer les coefficients entiers ou se donner d'une manière à peu près arbitraire les dénominateurs des quotients.

PHOTOGRAPHIE. — *Recherches sur l'irradiation.* Note de M. ADRIEN GUÉBHARD.

Ayant constaté que la portion de l'irradiation que j'avais appelée *tangentielle* [1], mais qu'il sera plus exact d'appeler simplement *latérale*, cor-

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXL, 29 mai 1905, p. 1346.

respondant à l'incidence $\theta > \frac{\pi}{4}$ de l'hypothèse d'Abney, ne répondait que fort mal à cette hypothèse, j'avais été amené à me demander si l'aspect de mutuelle répulsion constatable à la rencontre des champs d'irradiation ne serait point dû soit à une intervention d'électricité, soit à une interférence de propagation longitudinale de mouvements, de l'espèce des gravitations intra-atomiques. Certaines apparences microscopiques m'avaient fait incliner vers la seconde hypothèse, mais elles n'étaient pas constantes, et j'ai voulu soumettre la seconde à un critère expérimental.

Des plaques 9×12, vitroses Lumière ou ultra-rapides Grieshaber (as de trèfle), illuminées en leur centre par un trou circulaire de 6^{mm}, ou un rectangle de 7×8^{mm}, pratiqué dans une cache de carton noir, à 15^{cm} d'un bec Auer, ont été maintenues pendant 1 heure dans le champ électrostatique du plan méridien commun de deux sphères de cuivre de 10^{cm} de diamètre, reliées aux pôles d'une machine de Wimshurst de Gaiffe à huit plateaux, munie d'un double condensateur de large surface, donnant toutes les quatre secondes une grosse étincelle de 6^{cm} environ. D'autres ont été soumises pendant le même temps au champ magnétique d'un électro-aimant Foucault, actionné par un courant de près de 6 ampères, l'illumination se faisant à travers l'axe tubulaire de l'une des bobines, démunie de son armature.

Aucune dissymétrie notable ne s'est manifestée dans les champs d'irradiation atteignant jusqu'à 8^{cm} de diamètre. Résultat purement négatif, mais qui n'en incitait pas moins à chercher autre chose.

Or, s'il ne s'agit que d'une transmission de forces vives particulaires, d'ordre tourbillonnaire plutôt que vibratoire, la sphérule schématique d'Abney n'est plus indispensable, et l'on doit observer sur une surface homogène lisse la même chose qu'avec une surface dépolie ou une émulsion.

C'est ce qu'ont vérifié diverses plaques daguerriennes anciennes (cuivre plaqué, de 1^{mm}), qui, sommairement repolies par les soins de M. Pellin, puis exposées directement, suivant la méthode de Moser [2], *sans* sensibilisation, pendant une journée

---

(1) Après que Moser eut montré (*Pogg. Ann. der Physik,* t. LVI, 1842, p. 177-234) que la formation et l'inversion de l'image photographique ne dépendaient que de la durée ou de l'exposition, ou de la sensibilisation, ou de la révélation, la première et la seconde pouvant être interverties, et la seconde même supprimée, on se demande comment a pu naître et se perpétuer la querelle toute casuistique, où s'use encore le plus clair de l'effort scientifique en photographie, sur la nature physique ou chimique de l'image. Certes on peut reproduire par des actions chimiques seules les mêmes phénomènes que par les seules actions physiques; mais le résultat n'est jamais que l'expression d'une certaine dépense totale d'énergies, et ne dépend que de la somme

environ, à la très inégale insolation du présent mois d'août, puis directement développées à la vapeur de mercure, ont montré, sur l'image, naturellement inversée, de la cache (le dépôt du mercure correspondant aux parties protégées) le bord des à-jour entouré d'un liséré, généralement bleuâtre, de près de 1^{mm}, entièrement recouvrable par la cache lorsqu'on la remettait en place. Pour faciliter le contrôle, certaines découpures furent faites au moyen de lignes parallèles, recoupées par une perpendiculaire, en dents de peigne rectangulaires, opposées en chicane, de façon que chaque bord d'à-jour correspondît à un côté de languette pleine. Presque toujours, cette dernière s'est montrée rétrécie par l'empiétement interne du silhouettage, débordant de la partie illuminée.

Afin d'éviter l'objection de traces résiduelles de sensibilisation [1], j'ai opéré sur simple paillon, cuivre argenté laminé, de $0^{mm},02$ d'épaisseur. Puis, pour montrer que deux métaux n'étaient pas nécessaires, sur feuille d'argent de $0^{mm},03$; le résultat a été parfois moins net, mais toujours de même sens. Or les pressions forcées par lesquelles étaient établis les contacts au châssis-presse, entre les feuilles d'épreuve et les caches en étain ou paillon montées sur verre, excluent la vraisemblance d'une *infiltration* lumineuse, dont les caractères spéciaux ne permettent guère d'ailleurs, la confusion avec l'*irradiation* elle-même.

Il semble donc que l'irradiation constitue une propriété de la matière aussi générale que la sensibilité photographique elle-même, et son corollaire l'*inversion*. C'est ce que je crois devoir signaler, avec toute la réserve que comportent des expériences que j'ai le regret de ne pouvoir poursuivre.

PHYSIQUE. — *Sur une méthode propre à l'étude d'un phénomène lumineux d'intensité variable avec le temps. — Application à la détermination de la vitesse instantanée d'un miroir tournant et à l'étude de l'étincelle de Hertz.* Note de M. **A. Turpain**, présentée par M. Mascart.

Soit $p\mu M$ (*fig.* 1) un angle droit de sommet μ. Disposons en μ un miroir tournant autour d'un axe perpendiculaire au plan de la figure. Nous considérerons ce miroir incliné à 45° sur les côtés de l'angle droit. Plaçons en M un miroir plan normal à μM et en p une plaque photographique normale

---

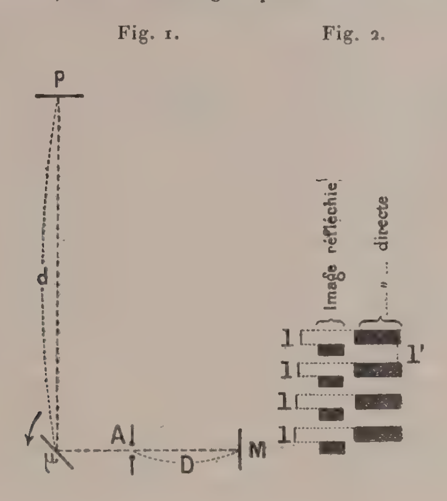
et non de tel ou tel terme exclusivement. Si la somme elle-même est toujours, d'après les recherches de M. Berthelot et de ses élèves, infime en valeur absolue, c'est une raison de plus pour n'en négliger aucun élément, puisque la moindre variation la peut altérer considérablement.

(1) D'anciennes images astronomiques reparaissaient, en effet, à chaque révélation.

à μp sur laquelle un système de lentilles (non représenté sur la figure) forme une image par la concentration des faisceaux dirigés suivant μp.

Si en A, entre μ et M, se produit un phénomène lumineux périodique ou même d'intensité variable avec le temps (supposons pour fixer les idées une étincelle oscillante), deux images peuvent être obtenues en p, l'une

Fig. 1. Fig. 2.



due au faisceau direct $A\mu p$, la seconde provenant de la lumière réfléchie sur le miroir M. L'image de retour se produit en p un temps $\frac{2D}{V}$ $(D = AM)$ après l'image directe. Si le miroir tournant fait N tours par seconde, l'écart l entre deux points homologues des deux images reçues en p est $l = \frac{4\pi N d \times 2D}{V}$. La mesure de D, de d, de l et la connaissanee de V (vitesse de la lumière) permettent la détermination de N. La détermination de l par une mesure micrométrique, rendue très précise par l'observation ultérieure du cliché au microscope, donnera donc la vitesse angulaire instantanée du miroir au moment de l'impression des images : $\omega = 2\pi N = \frac{Vl}{4Dd}$.

On peut disposer les choses de façon que le miroir tournant détermine l'éclairement en A au moment même où il se trouve dans la position convenable (incliné à 45° sur μP et sur μM).

Si le phénomène produit en A consiste en une série d'éclairements successifs, périodiques ou non, suivis d'extinction (ce qui a lieu dans le cas où l'on dispose en A une étincelle oscillante), chaque image consiste en une série de maxima et minima successifs. Si l'on a eu soin de faire coïncider au même point de la plaque p l'image directe et l'image réfléchie (le miroir μ étant au repos et incliné à 45°), il se produit lors de

la rotation du miroir μ un décalage l (*fig.* 2) des impressions dues à l'image directe sur celles dues à l'image réfléchie. Soit l' la distance qui sépare sur la plaque p le premier maximum de l'image directe du second maximum de la même image; si T est la période de l'oscillateur on a

$$l' = 2\pi N d \times \frac{T}{2} = \pi N d \times T.$$

De la mesure de d, de N (donnée par la détermination du décalage l relatif au maximum mesuré) et de l' on déduit la valeur de T.

Si pendant la durée de ces deux impressions des maxima et minima successifs dues aux images directe et réfléchie, la vitesse de rotation du miroir μ est demeurée constante, on en est averti par la constance du décalage l existant entre les maxima de même ordre des deux images. Si la vitesse du miroir a varié, la mesure du décalage l relatif au maximum étudié fait connaître la valeur exacte de la vitesse du miroir au moment de cette impression. Si l'étincelle A et plus généralement le phénomèn lumineux, d'intensité variable avec le temps, produit en A, est périodique, on en est averti par la constance de la distance l' séparant les maxima successifs de chaque image alors que le relevé des décalages l indique une vitesse constante du miroir μ.

Nous avons appliqué cette méthode à l'étude de l'étincelle hertzienne de l'excitateur et à celle du résonateur. Nous ferons connaître les résultats de cette étude.

On peut, à un certain point de vue, caractériser ce dispositif en le considérant comme l'inverse du dispositif classique que Foucault imagina pour la mesure de V. Connaissant le nombre de tours à la seconde N du miroir tournant et les dimensions du dispositif, Foucault en déduisait V. Ici, connaissant V et les dimensions du dispositif, on en déduit la vitesse du miroir à l'instant de l'impression photographique.

On peut également rapprocher cette méthode de celle imaginée en 1899 par MM. Abraham et Lemoine pour l'étude des durées extrêmement courtes et appliquée à l'étude du phénomène de Kerr et à celle de la polarisation rotatoire magnétique. Elle peut être considérée comme la combinaison de la méthode du miroir tournant et du principe sur lequel repose la méthode de MM. Abraham et Lemoine : Une durée extrêmement courte peut être déterminée par la mesure de l'espace que parcourt la lumière pendant cette durée elle-même.

BOTANIQUE. — *Les Eccrinides, nouveau groupe de Protophytes parasites.* Note de MM. **L. Léger** et **O. Duboscq.**

En 1849 Leidy fit connaître sous les noms génériques d'*Eccrina* et d'*Enterobryus* des végétaux parasites du rectum des Myriapodes diplopodes. C'étaient des organismes filamenteux, non ramifiés, portant à leur extrémité libre de courtes cellules terminales. Leidy les considéra comme des Confervacées, tandis que Ch. Robin, qui les retrouvait 2 ans plus tard, les rapprochait des Saprolégniées sans connaître, plus que Leidy, leur évolution. Depuis cette époque, les *Eccrina* et *Enterobryus* paraissent à peu près oubliés et aucun traité systématique n'en fait mention.

Dans nos recherches de parasitologie, nous avons rencontré des formes nouvelles voisines des *Eccrina*. L'étude de leur évolution nous autorise, croyons-nous, à créer pour ces organismes méconnus un groupe nouveau, les *Eccrinides*. Mieux qu'une définition un rapide exposé de l'évolution d'un type donnera l'idée de ce groupe homogène. Nous prendrons comme type *Arundinella capitata* n. g. n. sp., parasite du tube digestif de *Paguristes oculatus*.

Arundinella capitata est un filament simple, rigide comme un crin, attaché à la cuticule de l'épithélium stomacal ou intestinal du Pagure. Nous distinguerons les *formes stomacales* qui sont toujours petites (3^{mm} au plus de longueur) et les *formes intestinales* dont la taille peut dépasser 1^{cm} de longueur.

Formes stomacales. — Dans l'estomac, le parasite à l'état végétatif est un filament cylindrique, incolore, fixé à la paroi par une différenciation cuticulaire en forme de *pavillon* et montrant, à l'extrémité libre, une sorte de tête arrondie, le *gland.* Le filament est un tube à paroi cellulosique, rempli d'un cytoplasme syncytial dont les nombreux noyaux sont sphériques et parfaitement différenciés avec membrane, karyosome et grains de chromatine. Ce filament évolue en donnant soit des microspores, soit des macrospores.

Pour la formation des microspores, les noyaux de la portion distale s'orientent en en une file axiale serrée, et le cytoplasme se découpe par des cloisons transversales en autant de petites cellules aplaties qu'il y a de noyaux. Les microspores ainsi développées ont l'aspect d'une pile de pièces de monnaie enfermées dans un étui coiffé par le gland. A la maturité, le gland tombe et les spores sont mises en liberté. Nous pensons qu'elles sont destinées à gagner l'intestin pour donner les formes intestinales. Elles ne paraissent pas germer dans l'estomac.

Les macrospores se forment également par sériation des noyaux et segmentation du cytoplasme distal en cellules séparées. Mais l'écartement des noyaux détermine la formation de cellules beaucoup plus grandes que les microspores. Les macrospores,

d'abord uninucléées, multiplient leurs noyaux sur place. Quand elles ont de 4 à 6 noyaux, elles s'isolent en un corpuscule ellipsoïdal à grand axe transversal. A un pôle de ce corpuscule, le cytoplasme devient clair et exsude une sécrétion qui altère et perce la paroi cellulosique du tube. Les macrospores s'échappent ainsi par des trous latéraux bien visibles sur les tubes vides, tandis que le gland terminal persiste en se flétrissant lentement. Mises en liberté, les macrospores se fixent sur place et grandissent pour donner de nouvelles formes stomacales. Ce sont donc des éléments de multiplication endogène du parasite.

Formes intestinales et spores durables. — Les formes intestinales ont les mêmes caractères morphologiques que les formes stomacales dont elles diffèrent seulement par leur grande taille et la coloration de leur membrane chargée de pigment noir. Elles se multiplient activement dans l'intestin au moyen de macrospores qui naissent et germent de la même façon que dans l'estomac. Mais, dans l'intestin, on n'observe jamais de microspores.

Lorsque le Pagure infesté est sur le point de subir la mue qui va débarrasser l'intestin postérieur de sa paroi cuticulaire, les parasites donnent naissance à des *spores durables* qui, rejetées à l'extérieur avec la cuticule muée, peuvent produire une nouvelle infestation.

Les spores durables naissent dans de grands filaments qui n'ont d'abord rien de particulier. Elles sont ovoïdes, plurinucléées et protégées par deux membranes dont l'externe se prolonge à chaque pôle en une longue pointe. Leur apparition est précédée de la formation, aux dépens du cytoplasme syncytial du filament, de petits sporoblastes globuleux, nus, à un seul noyau. Nous avons des raisons de croire que ces éléments sont des gamètes devant copuler pour fournir la spore durable qui grossirait ensuite, en multipliant ses noyaux, avant de s'entourer d'une double enveloppe. A leur maturité, les spores durables quittent le tube flétri, groupées autour d'un reliquat filamenteux appendu au gland terminal.

Telle est, dans ses grandes lignes, l'évolution d'*Arundinella capitata*. Une autre espèce d'*Arundinella*, que nous appellerons *A. incurvata*, se rencontre chez *Eupagurus Prideauxi*.

Chez les Diplopodes nous avons retrouvé les *Eccrina* et *Enterobryus* de Leidy représentées par de nombreuses espèces dont nous préciserons ultérieurement les diagnoses. Citons seulement ici *Enterobryus Brölemanni* n. sp. dans le *Blaniulus hirsutus*, *Enterobryus hyalinus* n. sp. dans *Polydesmus rubromarginatus* et diverses espèces d'*Eccrina* bien caractérisées chez les Jules, les Polydesmes et les *Glomeris*. Dans les *Eccrina* des *Glomeris*, nous avons pu suivre la multiplication endogène avec formation de macrospores et de microspores, qui rappelle l'évolution des *Arundinella* des Pagures.

Enfin, nous avons rencontré des Eccrinides chez divers Coléoptères aquatiques, notamment chez les Hydrophilides, où ils se montrent avec des

caractères morphologiques assez spéciaux pour nécessiter la création de nouveaux genres.

Nous ne pouvons entrer ici dans les détails que nécessiteraient la description de toutes ces formes, et nous ne les signalons que pour montrer l'extension des Eccrinides. Ces organismes sont répandus chez les Arthropodes de diverses classes, terrestres ou aquatiques.

Nous ne pouvons non plus discuter la position systématique de ces organismes parasites. Ce sont des végétaux inférieurs, comme l'indique leur morphologie et la réaction cellulosique de leur paroi cellulaire, mais d'affinités si complexes qu'aucunes raisons décisives n'amènent à les classer dans les Algues plutôt que dans les Champignons. Les organismes les plus voisins paraissent être les *Amœbidium* rangés jusqu'ici parmi les Sporozoaires. Mais, c'est seulement dans un Mémoire détaillé, où les discussions, descriptions et figures trouveront leur place, que nous pourrons justifier la création de notre groupe nouveau des *Eccrinides*.

BOTANIQUE. — *Contribution à l'étude cytologique des Cyanophycées.* Note de M. A. GUILLIERMOND, présentée par M. Gaston Bonnier.

La question du noyau des Cyanophycées est encore très obscure, en dépit du nombre considérable de recherches auxquelles elle a donné lieu. Bütschli décrit, dans ces Algues, un « corps central », homologue d'un noyau, formé d'un cytoplasme alvéolaire dont les mailles très colorables représentent pour lui un réseau chromatique, et une mince zone de cytoplasme cortical, également alvéolaire, mais se colorant faiblement. Dans ces dernières années, les observations de Hégler, Kohl et Olive ont confirmé les résultats de Bütschli. Cependant Massart et Fischer nient énergiquement l'existence d'un noyau chez les Cyanophycées. Le dernier vient de publier un long travail sur la question. Il considère la zone corticale comme un chromatophore et le corps central comme la partie cytoplasmique de la cellule, laquelle accumule une grande quantité de produits de réserves, glycogène et granulations qui se colorent comme la chromatine « grains d'anabénine » et qui représentent, pour lui, des produits de transformation du glycogène.

Notre étude a porté spécialement sur *Phormidium favosum*, var. β (Gomont), *Rivularia bullata* et quelques Nostocs, dont *N. commune* et une

espèce non déterminée, qui semblerait toutefois se rapporter à *N. verrucosum*.

Phormidium favosum, par suite de la forte dimension de ses cellules, est très favorable à cette étude. On observe, dans chaque cellule de cette espèce, une partie centrale incolore et une mince zone corticale renfermant le pigment bleu. Le cytoplasme cortical se colore faiblement par les réactifs colorants : souvent, il présente de nombreuses petites vacuoles, qui lui donnent l'aspect alvéolaire décrit par Bütschli ; il nous paraît impossible de l'assimiler à un chromatophore. Le cytoplasme médian, qui correspond au « corps central » des auteurs, renferme une partie fondamentale qui paraît souvent homogène et se colore de la même façon que le cytoplasme cortical. On y observe un réticulum fortement coloré ; ce dernier se présente tantôt sous l'aspect de longs filaments épais, parcourant la cellule suivant son axe longitudinal et réunis les uns aux autres par de fines anastomoses latérales ; les coupes transversales montrent que ces filaments offrent souvent une section ayant l'aspect d'un V et qu'ils sont surtout disposés sur la partie périphérique du corps central, formant par leur ensemble une sorte de tube. D'autres fois, le réticulum est à l'état de réseau extrêmement fin et ramifié à l'infini sur tout le corps central.

Lors de la division de la cellule, le réseau se partage en deux réticulums fils, par un étranglement médian. Plusieurs auteurs, Hégler, Kohl, Wager ont rapproché ce mode de division de la karyokinèse ; il n'y a, d'après nous, rien qui autorise ce rapprochement, et l'on doit bien plutôt assimiler ce processus à une amitose.

Outre le réticulum, on observe, dans les cellules de *Phormidium*, du glycogène, surtout localisé dans le corps central et des grains de sécrétions de plusieurs catégories. Ce sont : 1° des corpuscules métachromatiques présentant des caractères identiques à ceux que nous avons fait connaître dans les levures ; ils se rencontrent uniquement dans le corps central où ils sont surtout accolés aux filaments du réticulum, ce qui paraît indiquer que ce dernier joue un rôle prépondérant dans leur élaboration.

2° De grosses sphères réfringentes (au nombre de une à trois par cellule) difficilement colorables, localisées dans le corps central.

3° Des granulations correspondant aux *Cyanophytinkörner* de Palla et Nadson, situées dans la zone corticale.

Les Nostocs présentent la même structure que *Phormidium*, mais le corps central est plus réduit et le réticulum très condensé rappelle davantage un noyau : tantôt il affecte, dans son ensemble, l'aspect d'une masse sphérique, tantôt il offre un contour plus ou moins étoilé. Dans les cellules âgées, on observe une condensation progressive du réticulum : on voit apparaître une grosse vacuole qui occupe la plus grande partie de la cellule, tandis que le réticulum très condensé est refoulé à la périphérie et se trouve comprimé entre la vacuole et la membrane, dessinant une sorte de croissant.

Cette condensation du réticulum est encore plus caractéristique dans *Rivularia bullata*. Dans cette espèce, les cellules jeunes du sommet montrent une structure analogue à celle de *Phormidium* ; à mesure que l'on descend vers la base où se trouvent des cellules plus âgées, on assiste à une réduction progressive du réticulum aux dépens de la zone corticale et à une vacuolisation de cette dernière. Le réticulum s'amincit et

se transforme en un filament plus ou moins spiralé, traversant la cellule suivant sa longueur. En même temps les petites vacuoles, formées dans le cytoplasme cortical, se fusionnent et constituent de grosses vacuoles occupant la plus grande partie de la cellule. Finalement, le réticulum chromatique se condense en un seul granule par cellule, d'aspect sphérique et homogène, parfois cependant légèrement spongieux, situé sur un côté de la cellule et accolé à la membrane; tout le reste de la cellule est occupé par une énorme vacuole. A ce stade, il n'existe plus de corps central : on a donc une structure très voisine de celle des autres végétaux, notamment des Champignons, et le granule chromatique ressemble à un véritable noyau.

En résumé, il existe, dans les Cyanophycées, une structure tout à fait spéciale : on ne rencontre pas de véritable noyau, mais en revanche, on observe un organe spécial, *un réticulum chromatique*, auquel Massart et Fischer n'ont pas attaché assez d'importance et qu'ils ont plus ou moins confondu avec les grains de sécrétion du corps central. Ce réticulum ressemble tout à fait à un réseau chromatique de noyau : il se divise lors du cloisonnement et se condense à certains stades pour prendre un peu l'aspect d'un véritable noyau. On a pu, jusqu'ici, hésiter à le considérer comme un organe équivalent au noyau, mais aujourd'hui, grâce à nos connaissances plus approfondies sur la cytologie des Protistes, cette hésitation ne nous paraît plus possible, contrairement à l'opinion de Massart et de Fischer. En effet, de récentes observations ont fait connaître une structure analogue chez un certain nombre de Protozoaires. R. Hertwig a désigné les noyaux ainsi réduits à leur réseau chromatique sous le nom de *chromidium* ou *réseau chromidial*. Nous adopterons cette désignation pour l'appareil nucléaire des Cyanophycées.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — Sterigmatocystis nigra *et acide oxalique*. Note de M. **P.-G. Charpentier**, présentée par M. Schlœsing père.

Dans une précédente Note ([1]) j'ai fait voir que le *Sterigmatocystis nigra*, que j'ai cultivé, peut, en consommant le sucre du liquide Raulin, produire de l'acide oxalique et que cet acide n'est jamais apparu dans mes cultures avant la sporulation du champignon. Mais y a-t-il entre ces deux phénomènes, sporulation et production d'acide, une relation de cause à effet, ou bien l'un n'agit-il sur l'autre qu'indirectement? C'est en étudiant la marche de la culture que l'on sera fixé.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 367.

J'ai mis en train le même jour, dans une étuve à 34°, plusieurs cultures de *Sterigmatocystis* sur liquide Raulin; elles ont été conduites comme je l'ai expliqué dans ma précédente Note. Chaque jour je retirais un ballon de l'étuve; je déterminais le poids de la récolte desséchée à 103°, l'acidité totale évaluée en acide tartrique, la quantité de sucre interverti et la quantité d'acide oxalique présentes dans le liquide.

Voici les résultats de l'expérience :

Durée de la culture en jours.	État du mycélium.	Poids de la récolte en gr.	Acidité totale par litre en gr.	Sucre interverti en milligr.	Acide oxalique en milligr.
0	témoin non ensemencé..........	0	1,78	8,31	0
1	léger feutrage blanc...........	0,131	1,68	7,93	0
2	mycél. complet, déb. de sporulat.	1,603	2,39	5,34	0
3	mycél. noir, sporulat. se fait....	3,071	1,12	2,17	0
4	mycél. noir, sporulat. terminée.	3,426	0,32	0,65	0
5	id. .	3,341	traces	traces	14
6	id. .	2,951	0	0	44
8	id. .	2,672	0	0	70

Je ferai d'abord remarquer que l'acide oxalique n'est apparu dans le liquide qu'après la disparition, pour ainsi dire complète, de l'acidité totale; d'où la nécessité pour doser cet acide de le précipiter à l'état de sel de calcium et de ne point se contenter d'un titrage acidimétrique. Il est presque inutile d'ajouter que l'acide est évidemment neutralisé au fur et à mesure de son excrétion.

La cinquième et la sixième colonne du Tableau montrent un fait des plus importants : c'est l'apparition de l'acide au moment où le milieu ne renferme plus de sucre interverti. Les chiffres de la troisième colonne font voir que le poids du mycélium augmente pendant les 4 premiers jours pour diminuer ensuite régulièrement, et que c'est précisément au moment où commence cette diminution que paraît l'acide dans le milieu. Ces trois phénomènes : disparition du sucre interverti, diminution du poids de la plante et apparition de l'acide, coïncident dans le temps; est-ce l'œuvre du hasard? Une expérience va nous éclairer.

Deux ballons A et B de 1500$^{cm^3}$ de capacité, renfermant chacun 400$^{cm^3}$ de liquide Raulin stérilisé, sont ensemencés puis mis à l'étuve à 34°. Au bout de 4 jours, le mycélium de A bien sporulé et sec a un poids de 5^{g},210; le liquide de B est soutiré et remplacé sous le mycélium par 400$^{cm^3}$ de liquide Raulin neuf. Au bout de 8 jours, le mycélium de B est très dur et, à l'état sec, a un poids de 8^{g},118 : quant au liquide, il renferme encore du sucre et point trace d'acide oxalique.

Ainsi, en ne laissant pas la plante épuiser son milieu, on l'empêche en même temps de diminuer de poids et de produire de l'acide; toutes ces fonctions sont intimement liées les unes aux autres.

La meilleure manière d'expliquer les faits est de supposer que le *Sterig-*

matocystis nigra consomme le sucre du liquide Raulin pour édifier ses cellules et y accumuler des réserves et que, le sucre venant à manquer, il brûle ses réserves en produisant de l'acide oxalique.

Je rappelle en passant que la diminution de poids du mycélium, mise en évidence dans la troisième colonne du Tableau ci-dessus, porte exclusivement sur sa matière organique, ainsi que l'a fait voir M. Fernbach ([1]) et point sur les cendres dont le poids reste constant.

Une objection peut être faite à notre manière d'envisager les choses, il importe d'y répondre.

On a souvent regardé l'acide oxalique comme un produit intermédiaire de la combustion du sucre, et il était alors légitime d'imaginer que son absence du milieu tenait à ce qu'il était consommé aussitôt produit, avant même de sortir des cellules. Je me suis assuré qu'il n'en était rien. J'ai cherché à immobiliser l'acide en le combinant au calcium à l'intérieur même des cellules; pour cela j'ai ajouté $0^{g},100$ de nitrate de calcium à 200^{cm^3} de liquide Raulin, que j'ai ensemencés et mis à l'étuve à 34°; 36 heures après, le mycélium encore tout blanc a été broyé et épuisé à chaud par de l'eau acidifiée par l'acide chlorhydrique suivant la technique de MM. Berthelot et André ([2]); dans le liquide d'épuisement je n'ai pu déceler la présence, ne fût-ce qu'à l'état de traces, d'acide oxalique. Il est donc vraisemblable que les tissus du champignon ne renferment point d'oxalate de calcium et par suite ne fabriquent d'acide que lorsqu'ils en excrètent.

En résumé le *Sterigmatocystis nigra*, cultivé sur liquide Raulin, ne sécrète jamais d'acide oxalique avant de sporuler, mais la sporulation n'agit qu'indirectement sur cette sécrétion : c'est l'épuisement du milieu qui la provoque. La plante ne produit pas d'acide avant de faire ses conidies, parce qu'elle ne saurait épuiser le milieu sans assurer sa reproduction.

M. G. Ullmann adresse une Note *Sur le clignement vibratoire des paupières et les affections rénales.*

(Renvoi à l'examen de M. Bouchard.)

La séance est levée à 3 heures et demie.

G. D.

([1]) Fernbach, *Ann. Inst. Past.*, 1890, t. IV, p. 12.

([2]) Berthelot et André, *Ann. Chim. et Phys.*, 6e série, t. X, 1887.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 juillet 1905.
(Suite.)

The centennial of the United States military Academy at West Point, New-York, 1802-1902. Vol. I. *Addresses and Histories.* Vol. II. *Statistics and Bibliographies.* Washington, Government printing Office, 1904; 2 vol. in-4°.

Observatorio astronómico de Madrid. *Instrucciones para observar el eclipse total de Sol del dia* 30 *de agosto* 1905. Madrid, 1905; 1 fasc. in-8°.

Il sistema planetario, per Michele Tortorici Lipira. Caltanissetta, 1904; 1 fasc. in-8°.

M. Arthur Schuster fait hommage à l'Académie des huit Opuscules suivants :

The optics of the spectroscope. Chicago, 1905; 1 fasc. in-8°.

Radiation through a foggy atmosphere. Chicago, 1905; 1 fasc. in-8°.

The temperature of the solar atmosphere. Chicago, 1905; 1 fasc. in-8°.

On the spectrum of an irregular disturbance. (From the *Philosophical Magazine* for march 1903.) 1 fasc. in-8°.

On the number of electrons conveying the conduction currents in metals. (From the *Phil. Mag.,* for jan. 1904.) 1 fasc. in-8°.

A simple explanation of Talbot's bands (From the *Phil. Mag.,* for jan. 1904.) 1 fasc. in-8°.

The propagation of Waves through dispersive media. (Extr. de *Boltzmann-Festschrift,* 1904.) Leipzig; 1 fasc. in-8°.

Sun-spots and magnetic storms. (Extr. de *Monthly Notices of the R. astr. Soc.* Vol. LXV, n° 3.) 1 fasc. in-8°.

Annuario del Circolo matematico di Palermo, 1905. Palerme, 1905; 1 fasc. in-8°.

Pubblicazioni della Specola vaticana, vol. VII. Rome, 1905; 1 vol. in-4°.

Polytechnia, revista de sciencias medicas e naturaes; vol. I, n° 1, 1905. Lisbonne; 1 fasc. in-8°.

The geographical Journal, including the Proceedings of the Royal geographical Society; vol. XXVI, n° 1, 1905. Londres, 1 fasc. in-8°.

Buletinul Societatii de Sciinte din Bucuresci, Romania; anul XIV, n°s 1 si 2. Bucarest, 1905; 1 vol. in-8°.

El Instructor, publicacion mensual cientifica, literaria y de filologia; año XXII, num. 1, 2. Aguascalientes, 1905; 2 fasc. in-4°.

The Canadian patent Office record and register of copyrights and trade marks, Ottawa, january 31st, 1905; vol. XXXIII, n° 1. Ottawa; 1 fasc. in-4°.

Revista do Museu Paulista, pub. por H. von Ihering; vol. VI. Sao Paulo (Brésil), 1904; 1 vol. in-8°.